

# Z kopca Kraka do dysku z Nebry

Wiedza astronomiczna zakodowana we wnętrzu kopca Kraka

Władysław Góral

Uwagę autora zwróciły plany trzech przekrojów poziomych odniesionych do głębokości: 10 m, 12 m i 15 m, liczonych od wierzchołka kopca. Na planach tych udokumentowano ślady położenia słupa centralnego oraz ślady palików, biegnących promieniście od osi kopca (słupa). Przy dokumentowaniu przekrojów poziomych kopca na różnych jego głębokościach wykorzystano precyzyjny kardynalny układ horyzontalny EON, rys 1, 2, wyznaczony przez geodetów przed rozpoczęciem prac archeologicznych. We warstwie na głębokości 10 m od wierzchołka kopca – (Jamka R. Plan V, s. 209) – udokumentowano 7 takich linii o najbardziej prawdopodobnych miarach kątowych azymutów:  $A_1(15^\circ)$ ,  $B_1(60^\circ)$ ,  $C_1(118^\circ)$ ,  $D_1(215^\circ)$ ,  $E_1(250^\circ)$ ,  $F_1(290^\circ)$  i  $G_1(337^\circ)$ , rys. 1. We warstwie na głębokości 12 m – Jamka, Plan VI, s. 214 – znajduje się 5 linii:  $A_2(135^\circ)$ ,  $B_2(157^\circ)$ ,  $C_2(212^\circ)$ ,  $D_2(252^\circ)$ ,  $E_2(288^\circ)$ , rys. 2. U podstawy kopca to jest na głębokości 15 m od jego wierzchołka udokumentowano tylko jedną linię o (przybliżonym) azymucie  $A_5=127^\circ$ , Jamka R. Plan VII, s. 216. Linie te zbiegają się na tle śladu słupa centralnego lub w jego bliskim otoczeniu. Pomiar azymutów poszczególnych linii wykonywano na osi S-N, w punktach przecięcia poszczególnych linii z tą osią. Znacząc w ten sposób uzyskane miary kątowe kierunków poszczególnych linii, zaczepiono je w początku znanego układu horyzontalnego EON, rys. 1, z zachowaniem wyznaczonych miar azymutów. Ku zaskoczeniu autora okazało się, że taki sam kardynalny układ horyzontalny jest zakodowany przez budowniczych kopca, w postaci kąta  $E_1OF_1(40^\circ)$ , którego miara kątowa wynosi  $40^\circ$ . Zaś dwusieczna tego kąta wyznacza linię o azymucie  $270^\circ$ . Linia ta, zaznaczona żółtym kolorem, jest równoległa do linii E-W, rys. 1. Jest ona także zakodowana na poziomie 12 m za pomocą kąta  $D_1OE_1(35^\circ)$ , rys. 2, którego dwusieczna wyznacza również kierunek o azymucie  $270^\circ$ . Z kolei dwusieczne kątów:  $D_1OE_1(35^\circ)$ , rys. 1,  $C_2OD_2(40^\circ)$ , rys. 2, których miary wynoszą:  $232,5^\circ$ ,  $232^\circ$ , wyznaczają linię  $OS_3$  o azymucie  $232,25^\circ$ . Linia ta oznacza kierunek zachodu Słońca w otoczeniu przesilenia zimowego. Zaś linia w kierunku odwrotnym  $OS_5(52,25^\circ)$  wyznacza kierunek wschodu Słońca w otoczeniu przesilenia letniego. Symetryczna do niej linia  $OS_2(307,25^\circ)$  wyznacza kierunek zachodu Słońca w dniu przesilenia letniego. Linia odwrotna  $OS_4(127,25^\circ)$  wskazuje kierunek wschodu Słońca w otoczeniu daty przesilenia zimowego, rys. 1

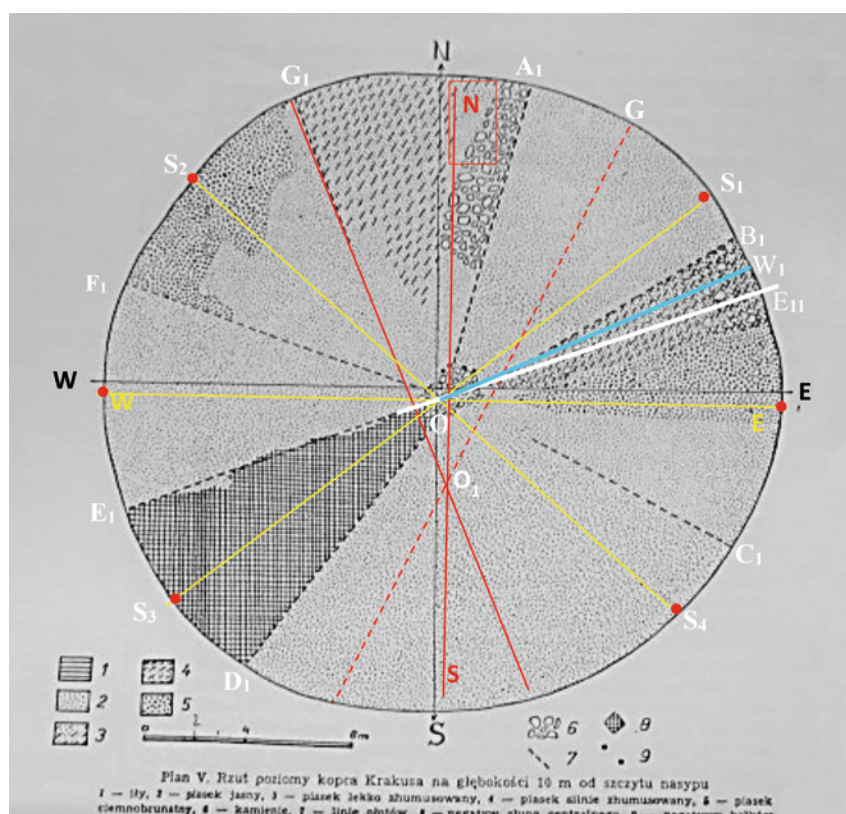
Ponadto linia  $OA_2$ , rys. 2, wskazuje kierunek S-E na linii horyzontu. Przedłużenie linii  $OE_1$  w kierunku wschodnim wyznacza linię  $OE_{11}(70^\circ)$ . Dwusieczna kąta  $B_1OE_{11}(65^\circ)$  wyznacza azymut kierunku  $OW_1$ , na którym

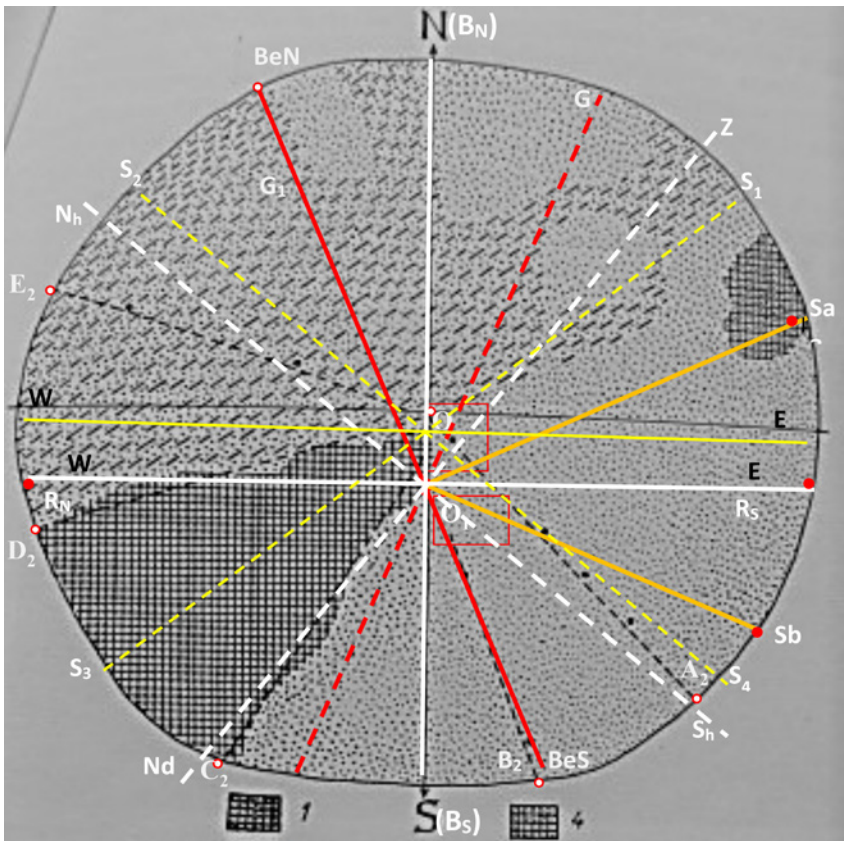
Wejście na właściwą ścieżkę deszyfracji dysku z Nebry poprzedziły prace nad deszyfracją linii płotów (palików), których ślady znaleziono we wnętrzu kopca Kraka. W latach 1934–1937 przeprowadzono na kopcu prace wykopaliskowe. Wyniki tych badań zostały udokumentowane przez Romana Jamkę w obszernym artykule „Wyniki badań wykopaliskowych na kopcu Krakusa w Krakowie” (1965, Jamka R.). Okazało się, że za ich pomocą budowniczy kopca zapisali znaczny zakres wiedzy astronomicznej, którą częściowo opisano w artykule „Kopiec Krakusa i kopiec Wandy, a podział roku na osiem części” (2018, Góral W).

znajduje się kopiec Wandy, rys. 1. Warto zauważyć, że miara kąta  $B_1OC_1$   $58^\circ$  kojarzy się z zakresem zmiany wysokości horyzontalnej w kulminacji górnej i deklinacji Księżyca w  $18,6$  – rocznym cyklu. Kierunek linii o azymucie  $60^\circ$  jest zgodny z kierunkiem wschodu Księżyca, gdy jego deklinacja wynosi  $d = 18,8^\circ$ . Jest to najmniejsza miara deklinacji Księżyca w odchyleniu północnym. Zaś kierunek  $OC_1$  o azymucie  $118^\circ$  wskazuje wschód Księżyca, gdy jego deklinacja wynosi  $\delta = -18^\circ$ . Jest to z kolei najmniejsza miara deklinacji Księżyca w odchyleniu południowym w cyklu 18,6 - letnim.

Pozostała do omówienia linia  $O_1G_1$ , rys. 1. Jej ślad istotnie różni się od wyżej opisanych dziesięciu linii, zaczepionych w początku układu w punkcie O. Na

rys. 1. Opracowanie W. Góral. Linie śladów płotów oraz linie wyznaczone za ich pomocą na poziomie 10 m od wierzchołka kopca. Tło: Plan V, (1965, Jamka)





rys. 2. Opracowanie W. Góral, Linie śladów płotów oraz linie wyznaczone za ich pomocą na poziomie 12 m od wierzchołka kopca. Tło: Plan VI, (1965, Jamka)

podstawie dwóch wyraźnych śladów kołków, linia ta jest dobrze określona. Jej przedłużenie do przecięcia z osią S-N wyznacza punkt  $O_1$ , rys. 1, znajdujący się w odległości około 1,9 m od punktu  $O$ . Miara kąta  $G_1O_1N$  wynosi około  $23^\circ$ . Linia ta jest jednak znacząca, gdyż jej przedłużenie w kierunku południowo-wschodnim zostało również udokumentowane przez położenie linii  $O_1B_2$  na planie VI, rys. 2. Miarę azymutu tej linii można skojarzyć z miarą kąta zawartego między biegunem świata, a biegunem ekliptyki, na płaszczyźnie południka miejscowego, w momencie kulminacji górnej Słońca w dniu przesilenia letniego i zimowego. Większość linii znajduje się po zachodniej stronie kopca Krakusa, gdzie pofałdowana linia widnokregu znajduje się wyżej nad linią horyzontu. Po wschodniej stronie kopca znajdują się linie  $B_1(60^\circ)$ ,  $A_2(135^\circ)$ , których miary kątowe są wielokrotnością miary kątowej  $15^\circ$ ,  $A_1(15^\circ)$ . Na rys. 2, w sposób

graficzny za pomocą układu horyzontalnego EON, zapisano przerywaną żółtą linią, kierunki wschodu  $OS_1, OS_2$  oraz kierunki zachodu  $OS_3, OS_4$  Słońca w dniu przesilenia letniego i zimowego. W układzie tym punkt  $N$  oznacza północny punkt horyzontu, zaś punkt  $S$  oznacza południowy punkt horyzontu. Budowniczy kopca Krakusa oraz dysku z Nebry w sposób graficzny, na jednej płaszczyźnie, opisali kierunki wschodu i zachodu Słońca obserwowane na płaszczyźnie horyzontalnej oraz zakres kulminacji górnej Słońca w okresie rocznym na płaszczyźnie koła południkowego. Znaczenie tych linii opisujemy za pomocą niebieskiego układu równikowego. Ośią podstawową tego układu jest oś świata  $B_N-B_S$ . Jest ona przedłużeniem osi obrotu Ziemi, która na sferze niebieskiej wyznacza północny biegun niebieski  $B_N$ , znajdujący się obecnie w pobliżu Gwiazdy Polarnej. Linia prostopadła do osi świata przechodząca przez środek układu  $O_1$ , określa równik niebieski  $R_N-R_S$ , rys. 2. W układzie tym linia czerwona  $O_1B_{en}$  określa północny biegun ekliptyki  $B_{en}$ . Jest ona prostopadła do płaszczyzny ekliptyki i na płaszczyźnie południka wyznacza linię  $O_1S_a$  – linię pomarańczową. Kąt  $R_SO_1S_a$   $\epsilon$  – wyznacza deklinację Słońca w dniu przesilenia letniego  $\delta = \epsilon$ . Oraz symetrycznie do równika określa linię  $O_1S_b$ , gdy  $\delta = -\epsilon$ . Zauważamy, że miary kątów:  $E_1O_1F_1, 40^\circ$  na poziomie 10 m i  $C_2O_2D_2, 40^\circ$  na poziomie 12 m są takie same. W przypadku kopca Krakusa miary te odnoszą się do obserwowanej wysokości horyzontalnej  $h = 40^\circ$  Słońca w dniu równonocy wiosennej i jesiennej. W dniach tych obserwujemy wędrowkę Słońca na płaszczyźnie równika niebieskiego,  $\delta = 0^\circ$ . Wówczas obserwujemy wschód Słońca na kierunku  $O-E$  oraz zachód na kierunku  $O-W$ . Dla ciała niebieskiego kulminującego na południe od zenitu spełnione jest równanie:  $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ , gdzie  $\varphi$  oznacza szerokość geograficzną miejsca obserwacji,  $\delta$  oznacza deklinację ciała niebieskiego,  $h$  określa wysokość horyzontalną ciała niebieskiego w kulminacji górnej. Zgodnie z powyższym wzorem, dla kopca Krakusa na podstawie znanych parametrów:  $h = 40^\circ$ ,  $\delta = 0^\circ$ , otrzymujemy  $\varphi = 50^\circ$ . Jest to poprawna miara szerokości geograficznej kopca Krakusa. Miara ta jest równa wysokości horyzontalnej bieguna niebieskiego, w horyzontalnym układzie niebieskim  $S_NO_1Z$ , wyrażonego za pomocą kąta  $N_1O_1B_N, 50^\circ$ , rys. 2.

W tym miejscu warto wspomnieć, że na obszarze administracyjnym Krakowa, na jego południowo-wschodniej części, znajduje się punkt, w którym równoleżnik  $50^\circ$ , przecina południk  $20^\circ$ . Położenie tego punktu zostało wyznaczone za pomocą pomiarów sygnałów GPS z dużą dokładnością przez naukowców z Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH. Wiedza uzyskana przy deszyfracji śladów linii płotów wewnątrz kopca Krakusa istotnie ułatwiła deszyfrację dysku z Nebry. Wyniki deszyfracji dysku z Nebry opisano w trzech artykułach: Góral W. 2020, Góral W., 2022, Urania, nr 1, Dysk z Nebry, s. 12-19.

### Literatura

- Jamka R. 1965, Wyniki badań wykopaliskowych na kopcu Krakusa w Krakowie, Slavia Antiqua, T. XII, Warszawa-Poznań, s. 183-233.  
 [Meller, H., K. Garrett: 2004. Słoneczny Dysk. National Geographic, Polska: nr 1(52), s. 44-55.  
 Góral W. 2018, Krakus and Wanda mounds and the division of a year into eight parts, Geoinformatica Polonica, Vol. 17, p. 109-122. <https://www.ejournals.eu/GP/2018/Vol-17/>  
 Góral W., 2020: The Sky Disk of Nebra reveals its secrets” Geoinformatica Polonica, Vol. 19 (p. 73-80, <https://www.ejournals.eu/GP/2020/Vol-19/>  
 Banasiak P. Góral W., 2021, Precision of the Nebra Disc in astronomical and geometric aspect, Geoinformatica Polonica, Vol.20, p. 97-107. <https://www.ejournals.eu/GP/2021/Vol-20/>  
 Góral W., 2022, Urania, nr 1, Dysk z Nebry, s. 12-19.